

Adatok hazai talajtipusaink könnyen oldható vas és alumínium tartalmának vizsgálatához és jelentőségéhez

GEREI LÁSZLÓ

Agrártudományi Egyetem Talajtani Tanszéke, Budapest

A talajok vas és alumínium vegyületeinek változása és mozgása gyakran együtt jár, azonban résztvételük módja a talajdinamikában és ennek oka, mozgatórugója különböző.

A vas szerepe sok talajtípus fejlődésében észrevehető, de főleg ott válik nagy fontosságúvá, ahol a talaj dinamikájára az aerob-anaerob viszonyok változása gyakorol befolyást. Hazai és külföldi kutatók egyaránt kiemelik a vas fontosságát ilyen esetekben. 'S i g m o n d [16] a szikesedés egyik fő tényezőjeként jelöli meg az „időszakos túlbő nedvességet”. Megállapítja, hogy a talaj adszorpciós komplexusából annak megbomlása közben humusz és ferrokarbonát lúgzódik ki. Ennek okául a redukciós viszonyokat hozza fel, melyek következtében a vas kétértékűvé redukálódik és a humusz, mint védőkolloid oldatba viszi. Arany, Sik és Prettenhoffer [2, 17, 13] munkáikban a ferrovasat az anaerob körülmények jelzőjének tartják. Arany [2] a ferrovas mennyiségét a hullámterek talajviszonyainak jellemzésére használja. Sik [17] és Prettenhoffer [13] a talajviszonyok és a rizsbetegségek összefüggését vizsgálták és a ferrovasat az anaerob viszonyok indikátoraként használták. Szabolcs [19] megállapítja, hogy a hortobágyi szolonyecsek alatt ott talált sok vasborsót és erősen gleyes foltokat, ahol szologyosodás volt észlelhető. 'S i g m o n d [16] egyetértve rámutat is, hogy a szologyosodásnál anaerob hatások következtében a vasvegyületek redukálódnak, így oldhatóvá válnak, az alsóbb szintekbe kerülnek, ahol oxidálódva kicsapódnak. Máté és Szabolcs [11] a talajok redox potenciáljával jellemzik a talajok levegős és levegőtlen körülményeinek változását. Utalnak az előbbinek a ferro-ferri viszonyral való összefüggésére. Viljász [20] a gyepek periódus lápos szakaszánál rámutat, hogy a réti talajokban az anaerob hatások következtében ferroapokrenátok keletkeznek, melyek kilúgzódnak.

Ezekből részben ferroszulfid keletkezik a gleysztben, részben a ferrobaktériumok ferrivé oxidálják. Jarkov, Kulakov, Kavricsev, Kopteva [9] a gyepek-podzol talajok vasdinamikáját tanulmányozták. Megállapították a nedvesség és hő hatását ezekre a folyamatokra. Gorbunov [8] a vasdinamika tanulmányozását a kolloid vasoxidok krisztallizációjának segítségével ajánlja. Szerinte is a biológiai tényező döntő, ami viszont függ a redox viszonyoktól.

Láthatjuk tehát, hogy a legkülönbözőbb szerzők a talajok vasforgalmát két vagy három vegyértékű vas felhalmozódását, ill. kilúgzódását az aerob-anaerob viszonyok változásával hozzák kapcsolatba.

Az alumínium szerepét a talajban sok kutató a talaj-savanyúság változásával összefüggésben vizsgálja. Vita folyik arról, hogy az alumínium milyen kapcsolatban van a talaj kémhatásával. Gedroic [6] szerint a talaj kicserélhető savanyúságát a talajkolloidokon adszorbeált hidrogénionok okozzák, melyek kicserélődnek

a KCl kationjával. Így HCl keletkezik, mely megbontja az adszorpciós komplexus alumínium-szilikát rácsát és ebből alumínium lép ki. Csernov[3, 4] szerint néhány savanyú talajon, például podzol és krasznoszom típusokon a semleges só kationja az adszorbeált állapotban levő alumíniummal cserélődik ki. Ez alumínium-kloridot képez, melyből bomlás útján sósav keletkezik. Aljosin[1] azt állítja, hogy előbb a semleges só kationja kicserélődik hidrogénre és HCl keletkezik. További KCl-os kezelésre pedig az alumíniumszilikát rács megbomlik, az alumínium oldatba kerül és ott hidrolizálva sósav keletkezik. Di Glèria (5) szerint az agyagásvány semleges só hatására protont ad le. Ez hydronium ionná alakul és hatására az agyagásvány rács megbomlása közben alumínium lép az oldatba.

Tehát a fenti szerzők az alumíniumnak ott tulajdonítanak fontosságot, ahol a talajban savanyú körülmények vannak. Míg a vas főként ott játszik fontos szerepet a talajdinamikában, ahol a talaj adszorpciós komplexusa az aerob-anaerob viszonyok változása közben bomlik meg, az alumínium, főleg ott ahol a talajváltozások savanyú körülmények között mennek végbe.

Módszer és vizsgálatok

A vas és alumínium viselkedése fontos és érdekes tényező a talajok dinamikájában. A talajszelvény egyes szintjeinek teljes elemzése útján meghatározott Al_2O_3 és Fe_2O_3 mennyiségéből, valamint abból, hogy miképpen viszonylik a talaj SiO_2 tartalmához, következtetéseket vonhatunk le a talajképződési folyamat jellegére [7]. A szakirodalomban sok adatot találunk a talajok sósavas kivonatának Al_2O_3 és Fe_2O_3 tartalmáról is [15, 16]. Ezek a vizsgálatok főleg arra az elgondolásra támaszkodtak, hogy a tömény sósavban oldódó anyagok hű vagy legalábbis megközelítő képet adnak a talaj elmállott részének kémiai összetételéről. Az újabb szakirodalomban egyre több olyan módszerrel olvashatunk, amelyek a talajban végbemenő változásokban résztvevő vas- és alumínium, vagy a változásoknak kitett mozgékony vas és alumínium mennyiségéről igyekeznek tájékoztatást adni. Ez a vas- és alumíniummennyiség azonban, jóval kevesebb a teljes feltárás vagy tömény sósavas kioldás útján nyert vas és alumínium mennyiségénél. Ezért érthető az a törekvés, hogy olyan oldószert találjanak a kutatók, amely megközelítőleg a talajdinamikában résztvevő vas, ill. alumíniummennyiséget oldja ki. Így Sik [17] $n/5\text{H}_2\text{SO}_4$ -t használ, Mitchell és Mackenzie [12] $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ lúgos oldatát, Jarkov [9] többféle oldószert használ: $0,05\text{ n H}_2\text{SO}_4$ -t stb. Legutóbb Stefanovits [18] közölt eljárást a talajok szabad alumínium- és vastartalmának meghatározásáról, amelyben $n\text{ KCl}$ -os közegben $0,1\text{ n}$ Komplexon oldatot használ.

Tanulmányaim során szükségem volt arra, hogy néhány hazai talajtípus vas és alumínium vegyületeinek oldódási viszonyairól tájékozódjam. Jelen tanulmányomban néhány ilyen természetű vizsgálatomról szeretnék beszámolni.

A talajok vasvegyületeinek oldhatóságát híg ásványi savakkal kezdtem tanulmányozni. Erre főleg az vezetett, hogy a szakirodalomban elég sok adatot találunk arról, hogy milyen töménységű híg savak nem támadják meg magát a talaj adszorpciós komplexumát. Gedroic [6] $0,05\text{ n HCl}$ -t használ pl. a kicserélhető kationok kioldására, mert feltételezi, hogy ilyen savkoncentráció mellett még nem bomlik meg a talaj kolloid-komplexuma. Csernov [4] adszorpciós kapacitás vizsgálatokkal azt igazolta, hogy az $0,05\text{ n HCl}$ még tízszeres kezelésnél

sem változtatja meg a kolloidok szerkezetét. Hasonló megállapításra jutott Mitchell és Mackenzie is [12]. Ezért különböző töménységű sósav és kénsav vaskioldó hatását tanulmányoztam három különböző talajtípuson. Az adatokat az 1. ábrán tüntettem fel. 10 gramm talajt 250 cm³ különböző töménységű HCl, ill. H₂SO₄-al 500-as rázólabikban egy óra hosszat ráztam. Ezután szűrtem és a szüredékből Körös [10] módszerével határoztam meg a vasat. Jól mérhető vasmennyiségeket 0,001 n koncentrációtól a töményebb felé haladva legelőször az 0,05 n HCl, ill. H₂SO₄ töménységnél kaptam. (Ezrednormál savtöménységre egyáltalán semmi, századnormálra pedig igen kevés vas oldódott ki, de a legtöbb esetben ez a töménység nem is oldott ki vasat). Az egyes ábra görbéin már az 0,05 n savtöménységtől felfelé a kioldott mennyiség hirtelen nő.

Ez a talaj adszorpciós komplexusának megbomlására mutat. Így részben irodalmi adatok, részben méréseim alapján Jarkovhoz hasonlóan az 0,05 n H₂SO₄-et választottam oldószerül. A kénsavra azért esett a választásom, mert az kevésbé befolyásolja a redox viszonyokat, mint a sósav.

1. táblázat

Kénsav koncentrációk növelésének hatása szolonyec és réti talajon

Talajmélység cm	Mély réti szolonyec		Mélyen szolonyeces réti tala	
	Összes Fe mg/100 g talaj		Összes Fe mg/100 g talaj	
	0,05 n H ₂ SO ₄	0,2 n H ₂ SO ₄	0,05 n H ₂ SO ₄	0,2 n H ₂ SO ₄
0—20	78,00	113,90	21,12	49,40
20—40	81,45	119,60	8,18	31,20
40—60	46,71	50,50	13,46	26,00
60—80	23,25	15,28	5,96	36,40
80—100	31,43	19,15	10,45	48,87
100—120	30,84 CaCO ₃ -os	15,60	25,00	104,00
120—140	—	—	60,00	203,00
140—160	42,70 CaCO ₃ -os	31,18	52,03	193,00
160—180	48,78 CaCO ₃ -os		(alul gleyes)	

Kipróbáltam a kénsav koncentráció növelésének hatását egy réti és egy szolonyec típusú talajszelvényben: 0,2 n és 0,05 n kénsavval (1. tábl.). A réti típusú talajból a töményebb kénsav 2—4-szeres vasmennyiséget old ki, mint a hígabb. A szolonyec talaj esetében a kétféle koncentrációjú sav által kioldott vasmennyiség között nincs nagy különbség. Ez arra enged következtetni, hogy a szolonyec talajokban aránylag nagyobb vasmennyiség van könnyen oldható állapotban, mint a réti talajokban, ami az eddigi tapasztalatokkal megegyezik. Ugyanis a szolonyec talajban, ahol a vas könnyebben oldható formában van jelen, ennek kioldására megfelel már az 0,05 n H₂SO₄, a réti típusú szelvényben, ahol a vas erősebben van kötve, jelentékenyebb mennyiség kioldásához töményebb sav kell.

Az oldószer kérdést a külföldi és hazai szerzők egy része szervesanyag alkalmazásával kívánja megoldani: Jarkov [9] ecetsavval, Stefanovits [18] n KCl-os közegben komplexon III-al. Ennek az lenne a célja, hogy a szerves oldószerek kevésbé bontják meg az agyagásványok szerkezetét, mint a híg ásványi savak. Ezek az anyagok, (különböző szerves savak, pufferek) azonban szintén jelentősen hatnak a talajra. A 2. táblázat közli az 0,05 n H₂SO₄ és az 0,1 n komplexon + n KCl-os oldat által kioldott vas- és alumíniummennyiségeket néhány

talajon. Láthatjuk, hogy egyes esetekben 5–6-szoros, de néha mint a szolonyec esetében is, 15–16-szoros vasmennyiséget old ki a komplexon a talajból, mint az 0,05 n kénsav. (mg vas 100 g. száraz talajra számítva). Alumínium esetében

2. táblázat

Összehasonlító vizsgálatok 0,05 n kénsav és 0,1 n komplexon + n KCl-os oldószerrel kioldott vas és alumínium mennyiségek között

Talajtípus	0,05 n H ₂ SO ₄		0,1 n Komplexon + n KCl	
	Fe (Körös szerint)	Al (Sajó szerint)	Fe (Stefanovits szerint)	Al (Stefanovits szerint)
	mg/100 g talaj			
Láp II. 164	nyomokban	142,0	170,5	45,9
Szoloncsák 122/113 (meszes-szódás)	19,10	25,2	130,0	39,7
Podzolos erdő	22,30	44,7	154,0	126,3
Barna erdő	14,20	70,6	139,3	31,2
Szolonyec VI.	7,80	66,7	127,8	32,1
Csernozjom Hajdúszoboszló (meszes)	14,45	147,0	135,3	49,0
Szolonyecetes réti meszes szintje 100–120	51,20	—	230,0	89,8
Szolonyecetes réti meszes szintje 120–140	62,20	—	308,5	131,0
Szolonyecetes réti meszes szintje 140–160	72,20	—	228,1	56,2

viszont sokszor az 0,05 n kénsav old ki többet. Ennek oka az, hogy a komplexon, mint gyengén savanyú puffer kevésbé hat a pH-ra érzékeny alumíniumra, mint az 0,05 n kénsav. Feltehető az a kérdés, a komplexon által kioldott vasmennyiség

3. táblázat

Összehasonlító vizsgálatok 0,05 n kénsav és 0,1 n komplexon + n KCl-os agyagásványokból való vaskioldó hatására

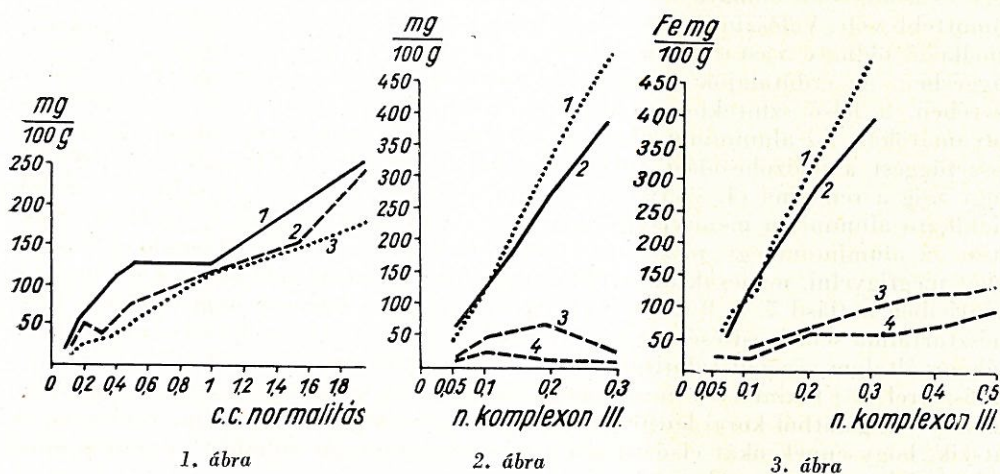
Agyagásványok	0,05 n H ₂ SO ₄	0,1 n komplexon + n KCl	
	Fe	Fe	Al
	mg/100 g talaj		
Komlóskai Bentonit	4,0	122,8	33,22
Bándi Bentonit	4,5	143,0	94,20
Istenmezei Bentonit	4,3	139,0	89,20

honnan származik? Vajjon az 0,05 n kénsav old ki kevesebbet a könnyen mozgó vas mennyiségéből, vagy a komplexon megtámadja az agyagásványokat? Erre a 3. táblázat ad feleletet. E szerint ugyanazokból az agyagásványokból a komplexon III 30–40-szeres vasmennyiséget old ki (mg vas 100 g száraz agyagásványra számítva), mint az 0,05 n kénsav. Az 0,05 n kénsav gyakorlatilag jelentéktelen mennyiségű vasat old ki az agyagásványokból (3. tábl.).

A komplexon koncentráció fokozásával a kioldott vasmennyiség rohamosan nő (2. ábra). Nem lehet megállapítani azt, hogy 0,1 n komplexon töménység fokozásával további vaskioldódás ne következne be. Sőt azt lehet tapasztalni (3. ábra), hogy a komplexon töménység növelésével a kioldott vasmennyiség gyorsabban emelkedik, mint a kénsav töménység fokozásával ugyanazon talajminták esetében. Az alumínium (2. ábra) nem nő a komplexon koncentráció

fokozásával. Ugyanis a komplexon pH-ja jelentékenyen nem változik a fenti koncentráció határok között, márpedig az alumínium a kémhatásra reagál érzékenyen. Végeredményben így az 0,1 n komplexon koncentráció megválasztása önkényesnek tűnik, és nem látszik bebizonyítotttnak, hogy ilyen módon meg lehet kimélni az adszorpciós komplexumot.

Az 0,05 n kénsav töménységet a meszes szintek kalcium-karbonát tartalma lecsökkentené. Ezért meszes talajminták esetében az előre meghatározott mész-



1. ábra. A. kioldott vas mennyisége és a HCl vagy H_2SO_4 koncentráció összefüggése. 1. Csernozjomból H_2SO_4 , 2. Szolonyecből H_2SO_4 , 3. Réti agyagból HCl.
2. ábra. A komplexon koncentráció és a kioldott vas, ill. alumínium mennyiségének összefüggése. 1. Szolonyecből kioldott Fe, 2. Csernozjomból kioldott Fe, 3. Csernozjomból kioldott Al, 4 Szolonyecből kioldott Al.
3. ábra. Komplexon és kénsav koncentráció növelésének hatása a kioldott vas mennyiségére ugyanazon talajmintákban. 1. Szolonyecből komplexonnal kioldva, 2. Csernozjomból komplexonnal kioldva, 3. Szolonyecből H_2SO_4 -el kioldva, 4. Csernozjomból H_2SO_4 -el kioldva.

tartalomnak megfelelő mennyiségű kénsavval a talajt közömbösíteni kell. Ilyen módszerrel a talajok meszes szintjében is jelentős mennyiségű vasat találtam (2. táblázat). A meszes szintben egyébként a komplexonos módszerrel is kimutatható vas, hiszen a savanyú puffer hatású komplexon a kalcium-karbonátot pezsgés közben semlegesíti (2. táblázat). Ellentétben a módszer szerzőjének tapasztalataival, tehát vannak esetek, amikor mindkét módszer jelentős mennyiségű vasat és alumíniumot old ki meszes szintekből.

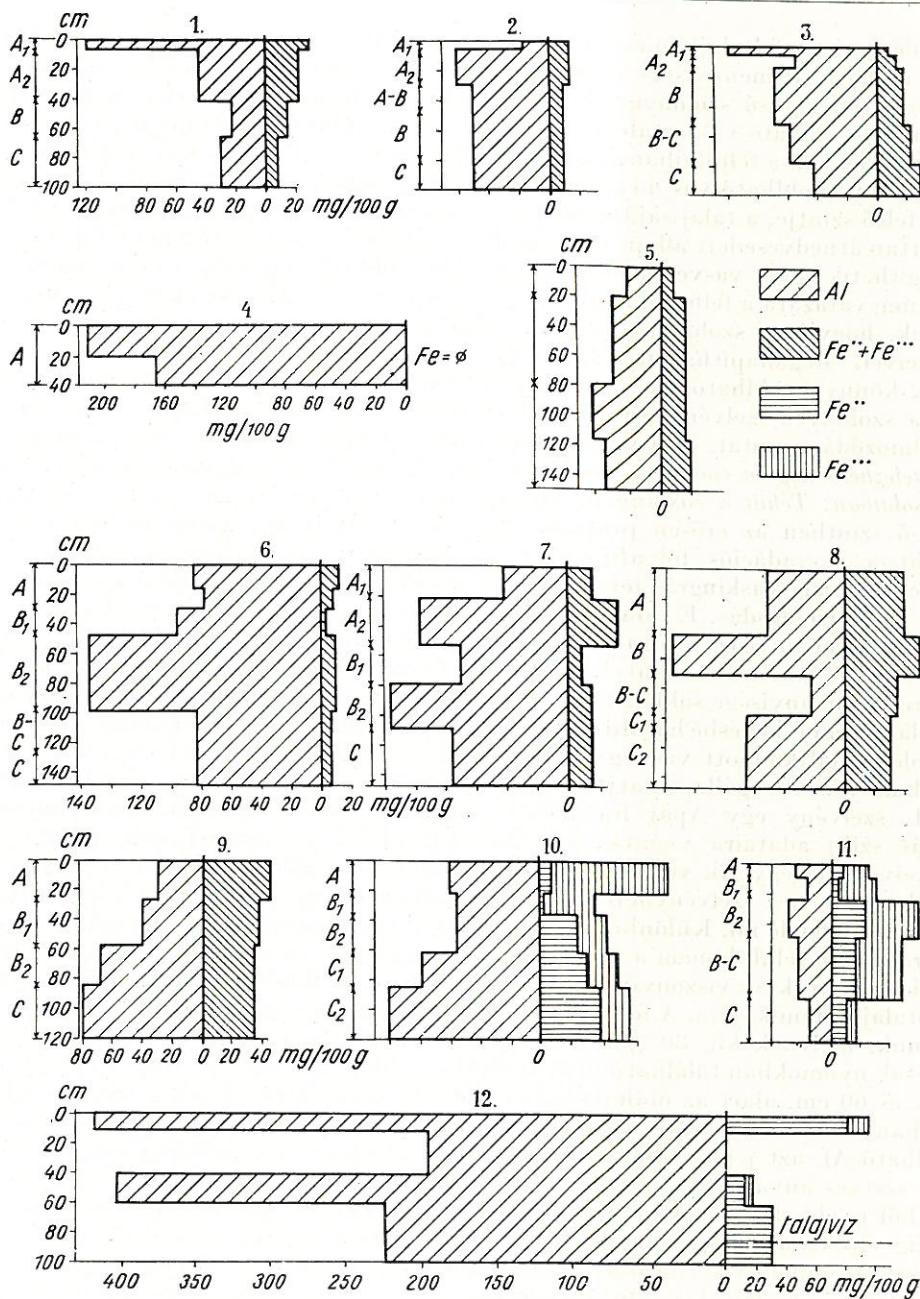
Akárcsak a savtöménység kipróbálásánál a sorozatvizsgálatoknál is egy órással választom el az összetapadt részecskéket, szűrők és a szüredékből határozom meg a vas, ill. alumínium mennyiségét. A vasat Kőrös [10] módszerével határozom meg. Az alumíniumot Sajó [14] módszerével mérem meg, teljesen egyet-érték Stefanovitssal, hogy erre a célra ez az eljárás kiválóan alkalmas.

Kőrös Endre és Sajó István elvtársaknak a módszerük átadásáért ezen a helyen mondok hálás köszönetet.

A kísérleti eredmények értékelése

A 4. ábra 1. szelvény rajza az erősen podzolos barna erdőtalaj vaseloszlását mutatja a szelvény mélységében. Az erős podzolosodást a felső szintben való nagymértékű könnyen oldható vasfelhalmozódás jelzi. A 2. szelvény egy gyengén podzolos barna erdőtalaj vaseloszlását ábrázolja. Ebben az esetben a felső szintben kis mértékű vas kiugrás jelzi a gyenge podzolosodást. A barna erdőtalajnál (3. szelvény) bizonyos összefüggést állapíthatunk meg a B szint nagyobb tömődöttsége és a nagyobb oldható vastartalma között. Itt a C szint még a B szintnél is tömöttebb volt. Valószínűnek tartom, hogy az egész szelvényben lefelé fokozatosan emelkedő oldható vastartalom, ebben az esetben ezzel a jelenséggel van összefüggésben. Az erdőtalajok alumínium eloszlása a podzolos talajok (1,2 szelvény) esetében, a felső szintekben való kiugrással némileg jelzi a savanyú kilúgzási folyamatokat. Az alumínium-eloszlás azonban, már nem mutat olyan egyértelmű összefüggést a podzolosodási folyamatokkal, mint a vas. Feltűnő az a jelenség, hogy míg a rendzina (4. szelvény) semmi oldható vasat sem tartalmaz, a belőle kioldható alumínium mennyisége igen nagy. Úgy látszik, hogy a CaCO_3 kioldása után az alumínium egy része igen könnyen oldatba mehet. Hasonló jelenséget lehet megfigyelni, nemcsak az erdőtalajokon, hanem más talajtípusok karbonátos szintjeiben is (lásd 7, 8, 9 szelvény). Arra, hogy ez a jelenség nem tisztán a talaj mésztartalma semlegesítésének következménye, abból is lehet következtetni, hogy néhány általam vizsgált talajból a mész előzetes semlegesítése nélkül is komplexon oldószerrel [18] tekintélyes mennyiségű Al oldódott ki (2. táblázat). Bár az eddigi néhány vizsgálatból korai lenne messzemenő következtetést levonni, valószínűnek látszik, hogy ennek okát elsősorban a vas és alumínium oldódási viszonyai közti különbségben kereshetjük.

Míg az Al oldódásánál az aciditási és alkalitási viszonyoké a főszerep, addig a vas oldódásánál ezeken kívül az oxidációs és redukációs körülményeknek van döntő jelentősége. Az 5. szelvény rajza egy nyírségi savanyú kémhatású homoktalaj Fe és Al viszonyait tünteti fel. A kioldott vas és alumínium hasonló képet mutat mint az előzőekben ismertetett barna erdőtalajokon (2., 3. szelvény). Szembetűnő az a különbség, hogy a szelvény egyes szintjeiből kioldott vas mennyiségében nincs, az alumíniumban is csak kis különbségek vannak. Valószínűleg ez a talaj homokos mechanikai összetételével van összefüggésben. A 6, 7, 8 szelvény a debreceni lösszhátról származó szelvényekre vonatkozó vizsgálatokat tünteti fel. A közepes mélységig kilúgzott mezőszégi szelvényben szembetűnő a kioldott vas viszonylagosan csekély mennyisége. A közepes humusrétegű mezőszégi talajban feltűnő, hogy A_2 szintben oldható vas erősen kiugrik. A szelvény morfológiai leírásánál tapasztaltuk, hogy az A_2 szintben elég nagymértékű összetömődés figyelhető meg. Valószínű, hogy e talajszint tömődöttségéből származó anaerob körülmények és a nagyobb mennyiségű könnyen oldható vas között összefüggés van. A szolonyec-szerű csernozjom (szikes jellegű mezőszégi talaj 8. szelvény) könnyen oldható vastartalma az egész szelvényben nagy, kb. 4-szerese a 6. szelvényben talált értékeknek. E szelvény B szintje tömődött és hasonló kiugrást mutat, mint a 7. szelvény A_2 szintje. Mindhárom mezőszégi talaj viszonylag elég nagy kioldódó Al mennyiséget tartalmaz. Különösebb törvényszerűséget ebből nem lehet levonni, de megfigyelhető, hogy az Al értékek maximuma mindhárom talajban a B szintekben van. A 9. szelvény egy kisújszállási réti agyagtalaj adatait tünteti fel. Az egész szelvényben nagymennyiségű oldható vasat találhatunk, ami a szelvény tömődöttségével és nagy agyagszázalékával lehet kapcsolatban. A vasvegyületek megoszlása



4. ábra

Vaseloszlások grafikonjai a talajtípusokban. Soproni erdőtalajok: 1. Erősen podzolos barna erdőtalaj, 2. Gyengén podzolos barna erdőtalaj, 3. Barna erdőtalaj, 4. Rendzina. Nyírség: 5. Savanyú homok. Debreceni löszhát mezőiségi talajai: 6. Közepesen kilúgozott csernozjom, 7. Közepes humuszrétegű csernozjom, 8. Szolonyeces csernozjom, Kisújszállás: 9. Réti agyag. Szarvas: 10. Réti típusú szolonyec. Duna—Tisza-köze: 11. Szoloncsákos-szolonyec. Keszthely: 12. Láptalaj.

egyenletes, itt a feltalajban csak igen csekély mértékű kiugrás jelentkezik. A könnyen oldható Al mennyisége a mélység felé állandóan nő. A 10. talajszelvény egy szarvasi réti típusú szolonyec Fe és Al adatait mutatja (mésztelen szikes talaj). A könnyen oldható vastartalom igen nagy nak mondható. Különösen sok, könnyen oldható vas van a feltalajban. Ennek a jeleségnek okát a talaj levegőtlen állapota és a könnyen oldható vas növekedése közötti kapcsolatban kell keresni. A szolonyec talaj felső szintje, a talaj sajátosan rossz vízvezetése miatt gyakran kerül időnként túlzottan átnedvesedett állapotba. Az ilyen körülmények között fellépő folyamatok elősegíthetik egyes vasvegyületek könnyebben oldható formába való átalakulását. Ez a magyarázata a felül található nagy vaskiugrásnak. Érdekes következtetésekre jutunk, hogyha a szolonyec adatait összehasonlítjuk a réti agyag szelvény vas értékeivel. Megállapíthatjuk, hogy bár mindkét talajnak azonos jellemvonása a sok könnyen oldható vas, mégis jellegzetes különbség van közöttük. Ugyanis míg a szolonyec szelvényben a felső szintben a könnyen oldható vas igen nagy felhalmozódást mutat, ez a vaskiugrás a réti talajban majdnem teljesen hiányzik. *Feltételezhető, hogy a szolonyec vaskiugrása a réti típusú talajok szolonyecedésével van kapcsolatban. Tehát a vaskiugrás mintegy jelzi ezt a folyamatot.* Ilyen vaskiugrást a felső szintben az erősen podzolos talajok is mutatnak. Tehát megfigyeléseim szerint a degradációs folyamatokat a talajszelvények vaseloszlásában a felső szintekben való vaskiugrás jelzi. Ilyen degradációs folyamat például a szolonyecedés és podzolosodás. E talajszelvényben a kioldott összes vasmennyiségen kívül a ferro vas mennyiségét is meghatároztam. Kitűnt, hogy már a feltalajban is van kevés ferro. A mélyebb szintekben bár az összes kioldott vas mennyisége kisebb, a ferrovas mennyisége sokkal több volt, mint a felső szintekben. A 10. szelvény vaseloszlása többé-kevésbé hasonlít a Stefanovits által megvizsgált karcagi szolonyec komplexonnal kioldott vasvegyületeinek az értékéhez. A 10. szelvény-Al adatait tanulmányozva megállapíthatjuk, hogy a feltalajban az Al mennyisége is kiugrik. A 11. szelvény egy Apaj határából származó szolencsákos-szolonyec (meszes-szódás szik) adataira vonatkozik. Összehasonlítva a szarvasi szik, (szolonyec) értékeivel, megegyezik vele abban, hogy a könnyen oldható vas itt is elég nagy. Azonban ebben a szelvényben már a feltalajban is van ferro, amely viszonylagos mennyisége lefelé nő. Különbözik a 10. szelvénytől abban, hogy itt a vasvegyületek kiugrása nem felül, hanem a B szintben van. A könnyen oldható Al mennyisége a többi szelvényekhez viszonyítva nem sok. A könnyen oldható vas értékei jellemzőek a láptalaj dinamikájára. A felső 10 cm-es gyengén kotus szintben sok oldható vasat találunk, melynek kb. 80%-a ferro. Alatta a rostos szintben könnyen oldható vas csak nyomokban található. 40 cm alatt az oldható vas mennyisége ismét jelentkezik és 60 cm. alatt az oldható vas teljes egészében ferro. Ezek az adatok a láptalajban uralkodó anaerob körülményeket tükrözik. A láptalajban található sok kioldható Al azt jelenti, hogy nemcsak a talaj szervesetlen kolloidjaiból, hanem a talaj szerves anyagából, vagy legalább is az organo-minerális komplexum szerves részéből is oldódhat ki Al már gyenge oldószerekkel is. Ha az előző szelvényeket megfigyeljük, megállapíthatjuk, hogy a humuszban gazdag szintekből mindenütt elég sok Al oldódott ki. (lásd pl. erdőtalajok avarszintjei 1, 2, rendzina 4, mezősi talajok 6, 7, 8, láp 12). Mindegyik szelvényt nyári időszakban mintáztam. Az időszak nagy befolyással van a ferri-ferro arány változására. Ezért ennek egész éven át való dinamikáját szükséges megfigyelni, erre további vizsgálataim már folyamatban is vannak.

Összefoglalás

1. A vas és alumínium mint másfélszeres oxid a talajképző folyamatokban nagy jelentőségű, gyakran együtt fordulnak elő, azonban szerepük és dinamikájuk különböző. Míg az alumíniumnál döntő módon a talaj pH viszonyai befolyásolják a dinamikát, a vas esetében emellett előtérbe kerülnek az aerob-anaerob viszonyok változásai.

2. A fenti folyamatokban résztvevő ún. mozgékony vas meghatározására szolgáló módszerek közül az 0,05 n kénsavval való kioldás látszik a legmegbízhatóbbnak. A komplexonnal való kioldás túlzottan magas értékeket ad.

3. A tiszta agyagásványok komplexon hatására 30–40-szeres vasmennyiséget adnak le, mint híg ásványi savak hatására.

4. Mind a híg ásványi savas, mind a komplexonos módszerrel más szerzők tapasztalataival ellentétben mezőszégi, réti és szolonyectalajok meszes szintjeiből is tekintélyes vasmennyiség oldódik ki.

5. A kioldható vas mennyisége és szintenkénti elhelyeződése talajtípusonként különböző és szoros kapcsolatban áll a talajképződés dinamikájával. Érdekes jelenség például az, hogy ott ahol a talajban degradációs folyamatok mennek végbe (podzosodás, szolonyeceseedés) a felső szintekben a könnyen oldható vas mennyiség felszaporodik. Így a megfelelő szelvények ábráin (1, 10) a felső szintekben az alsóhoz képest kiugrás látható.

6. Az alumínium esetében a vashoz hasonló törvényszerűségeket nem sikerült kimutatni. Itt nyilvánvalóan a talaj pH viszonyok mélyebb tanulmányozása adhatja meg a kulcsot az alumínium dinamikájának felderítéséhez.

Érkezett : 1956. február 27.

Irodalom

- [1] *Aljosin, Sz. N.* : Referáti Dokládov. Szelszhoz. Akad. K. A. Timirjazeva. Moszkva 1952.
- [2] *Arany, S.* : Az Erdő. 2. 19. 1953.
- [3] *Csernov, V. A.* : Pocsvoegyenyije. (12) 761. 1950.
- [4] *Csernov, V. A.* : Pocsvoegyenyije. (10) 899. 1952.
- [5] *di Gléria, J.* : Agrokémia és Talajtan. 3. 299. 1954.
- [6] *Gedroic, K. K.* : Bulletin Pocsvoedá. H—1—4. 3—9. 1930.
- [7] *Glinka, K. D.* : Die Typen der Bodenbildung, ihre Klassifikation und geographische Verbreitung. Vrl. Borntraeger. Berlin. 1914.
- [8] *Gorbunov, N. I.* : Pocsvoegyenyije. (10) 890 1952.
- [9] *Jarkov, Sz. P., Kulákov, E. V., Kauricsev, I. Sz. & Kopteva, Z. F.* : Pocsvoegyenyije. (8) 466. 1950.
- [10] *Kőrös, E.* : Magyar Kémikusok Lapja. 8. 193. 1953.
- [11] *Máthé, F. & Szabolcs, I.* : Agrokémia és Talajtan. 4. 297. 1955.
- [12] *Mitchell, B. D. & Mackenzie, R. C.* : Soil Sci. 77. 173. 1954.
- [13] *Prettenhoffer, I., Somorjai, F. & Kertész, L.* : Agrokémia és Talajtan. 1. 211. 1951.
- [14] *Sajó, I.* : Magyar Kémiai Folyóirat. 60. 268. 1954.
- [15] *Sajó, E. & Trummer, Á.* : A magyar szikések. Pátria. Budapest. 1934.
- [16] *Sigmond, E.* : Hazai szikések és megjavítási módjaik. Magyar Tudományos Akadémia. Budapest. 1923.
- [17] *Sik, K.* : Hidrológiai Közl. 29. 106. 1949.
- [18] *Stefanovits, P.* : Agrokémia és Talajtan. 3. 265. 1955.
- [19] *Szabolcs, I.* : Hortobágy talajai. Mezőgazd. kiadó. Budapest. 1954.
- [20] *Viljamsz, V. R.* : Talajtan. Akad. kiadó. Budapest. 1950.

ЗНАЧЕНИЕ И МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ЛЕГКО ПОГЛОЩАЕМОГО ЖЕЛЕЗА И АЛЮМИНИЯ ВЕНГЕРСКИХ ПОЧВЕННЫХ ТИПОВ

Л. Герей

Кафедра почвоведения Аграрного Университета, Будапешт (Венгрия)

Резюме

В почвообразовательных процессах значение Fe и Al большое, они часто встречаются совместно, но роль и динамика их различна. По мнению многих авторов (2, 9, 13, 16, 17, 19, 20) главной причиной динамики железа является изменение аэробных-анаэробных условий. Горбунов (8) рекомендует изучать динамику железа при помощи кристаллизации коллоидов окиси железа. По его мнению, биологический фактор является одним из важных, что зависит от изменения аэробных и анаэробных условий. Многие исследователи связывают роль алюминия с кислотностью почвы (напр: Чернов [3, 4] Алёшин [1]). Значит динамика Al обуславливается главным образом рН почвы, у железа решающее значение имеют аэробные-анаэробные условия.

Для определения т. н. подвижного железа, участвующего в этих процессах, самым достоверным оказалось растворение в 0,05 н H_2SO_4 . Растворение в комплексоне дало чрезвычайно высокие показатели (таблица 2). Под влиянием комплексона чистые глинистые минералы отдают в 30—40 раз больше железа, чем под влиянием неконцентрированных минеральных кислот (таблица 3). Вопреки выводам некоторых авторов, значительное количество железа растворяется и в неконцентрированных минеральных кислотах, и в комплексе из карбонатных горизонтов черноземных, луговых почв и солонцов.

Количество растворимого железа и его расположение по горизонтам различное и находится в тесной связи с динамикой почвообразования. Интересно например, что там где происходят процессы, ведущие к деградации коллоидного комплекса, количество легко растворимого железа значительно выше в верхних горизонтах, чем в нижних. Это видно у солонца лугового типа (рисунок 4, разрез 10) и у сильно подзолистой бурой лесной почвы (рисунок 4, разрез I). Значит, распределение легко растворимого железа по профилю характеризует процессы деградации. Где нет таких процессов, как например у луговой глины, в верхних горизонтах не нашли значительного количества растворимого железа (рисунок 4, разрез 9). У алюминия не удалось выявить такой закономерности, как у железа. Наверно причина динамики алюминия скрыта в более глубоком изучении условий рН почвы.

Рис. 1. Взаимосвязь между количеством растворимого железа и концентрацией HCl или H_2SO_4 . 1. Из чернозема с H_2SO_4 ; 2. Из солонца с H_2SO_4 ; 3. Из луговой глины с HCl.

Рис. 2. Взаимосвязь между концентрацией комплексона и количеством растворимого железа или алюминия. 1. Растворенное из солонца Fe 2. Растворенное из чернозема Fe. 3. Растворенный из чернозема Al. 4. Растворенный из солонца Al.

Рис. 3. Влияние увеличения концентрации комплексона и серной кислоты на количество растворимого железа в одних и тех же образцах почвы. 1. Растворение комплексоном из солонца. 2. Растворение комплексоном из чернозема. 3. Растворение с H_2SO_4 из солонца. 4. Растворение с H_2SO_4 из чернозема.

Рис. 4. Графики распределения железа по профилю некоторых почвенных типов. Лесные почвы из Шопрон: 1. Сильно подзолистая бурая лесная почва. 2. Слабо подзолистая бурая лесная почва. 3. Бурая лесная почва. 4. Рендзина. Область Ниршег. 5. Кислый песок. Черноземные почвы лессовидного плато в Дебрецене: 6. Средневещелочный чернозем. 7. Чернозем со средней толщиной гумусового горизонта. 8. Солонцеватый чернозем. Кишуйсалаш; 9. Луговая глина. Сарваш. 10. Солонец лугового типа. Междуречье Дуная и Тисы. 11. Солончаковатый солонец. Кестхей: 12. Болотные почвы.

Таблица 1. Влияние увеличения концентрации серной кислоты на солонце и на луговой почве. Увеличение концентрации у солонца вызвало только небольшую прибавку в растворении железа, у луговой почвы такая прибавка уже значительно выше.

Таблица 2. Сравнительные исследования количеств растворенного железа и алюминия, растворенных в 0,05 н серной кислоте и 0,1 н комплексоне + 1 н KCl.

Таблица 3. Сравнительные опыты по растворению железа из глинистых минералов под влиянием 0,05 н. серной кислоты и 0,1 н. комплексона + 1 н. KCl.

Beiträge zur Untersuchung und Bedeutung des leichtlöslichen Eisen- und Aluminiumgehaltes ungarischer Bodentypen

L. GEREI

Lehrstuhl für Bodenkunde der Universität für Agrarwissenschaften, Budapest (Ungarn)

Zusammenfassung

Obwohl Eisen und Aluminium in den Prozessen der Bodenbildung eine bedeutende Rolle spielen, und meistens miteinander vorkommen, ist ihre Rolle und Dynamik verschieden. Mehrere Autoren [2, 9, 13, 16, 17, 19, 20] sind der Meinung, dass die Dynamik des Eisens hauptsächlich der Änderung der aeroben-anaeroben Verhältnissen zugeschrieben werden kann. Gorbunov [8] empfiehlt eine Untersuchung der Dynamik des Eisens mittels der Kristallisation der kolloidischen Eisenoxiden, bei welcher die biologischen Faktoren eine wesentliche Rolle spielen. Letztgenannten sind aber mit der Änderung der aeroben bzw. anaeroben Verhältnissen in Zusammenhang. Die Rolle des Aluminiums hängt — nach der Meinung von mehreren Forschern [1, 3, 4] — mit der Bodenazidität zusammen (Tsernov [3, 4], Aljoschin [13]). Während daher im Falle von Aluminium die pH-Verhältnisse des Bodens die Dynamik in einer entscheidender Weise beeinflussen, spielen die aeroben bzw. anaeroben Verhältnisse die leitende Rolle im Falle des Eisens.

Unter den zur Bestimmung des in diesen Prozessen teilnehmenden sogenannten labilen Eisens dienenden Methoden scheint die Extraktion mittels 0,05 n Schwefelsäure die zuverlässigste zu sein. Extraktion mit Komplexon gab allzu hohe Werte (Tabelle 2). Reine Tonminerale gaben auf Einwirkung von Komplexon 30—40-fach so viel Eisen ab, wie auf Einwirkung von verdünnten Mineralsäuren (Tabelle 3). Sowohl die Extraktion mit verdünnten Mineralsäuren, als auch die mit Komplexon laugte aber — im Gegensatz zu den Erfahrungen anderer Forscher — bedeutende Eisenmengen auch aus den kalkführenden Horizonten von Tschernozem, Wiesen- und Solonetzböden.

Die Menge und Lage der auslaugbaren Eisens ist in den einzelnen Horizonten verschieden bei den verschiedenen Bodentypen, und steht in einem festen Zusammenhang mit der Dynamik der Bodenbildung. Es ist interessant, dass z. B. dort, wo die zu der Degradation des kolloiden Komplexes führenden Prozessen sich abspielen, die Menge des leichtlöslichen Eisens in den oberen Bodenschichten viel mehr beträgt, als in den unteren Schichten. Das ist der Fall bei dem Solonetz vom Wiesenbodentyp (Abb. 4, Profil 10), und bei dem stark podzolischen braunen Waldboden (Abb. 4, Profil 1). Die Verteilung des leichtlöslichen Eisens im Bodenprofil gibt also Auskunft über die Degradationsprozessen. In Abwesenheit von solchen Prozessen, wie z. B. bei Wiesenböden sind in den oberen Bodenschichten keine grössere Eisenmengen vorhanden (Abb. 4, Profil 9). Im Falle von Aluminium konnte eine ähnliche Regelmässigkeit nicht nachgewiesen werden. Eine eingehendere Untersuchung der pH-Verhältnisse des Bodens mag hier zur Erklärung der Dynamik des Aluminiums behilflich sein.

Abb. 1. Zusammenhang der ausgelaugten Eisenmenge mit der Konzentration der Salzsäure bzw. Schwefelsäure. (1) Tschernozem, mit Schwefelsäure. (2) Solonetz, mit Schwefelsäure. (3) Wiesenton, mit Salzsäure.

Abb. 2. Zusammenhang der Konzentration von Komplexon mit der Menge des ausgelaugten Eisens bzw. Aluminiums. (1) Aus Solonetzboden ausgelaugte Eisenmenge. (2) Aus Tschernozemboden ausgelaugte Eisenmenge. (3) Aus Solonetzboden ausgelaugte Aluminiummenge. (4) Aus Tschernozemboden ausgelaugte Aluminiummenge.

Abb. 3. Einwirkung der Erhöhung der Konzentration von Komplexon bzw. Schwefelsäure auf die aus derselben Bodenproben ausgelaugten Eisenmenge. (1) Aus Solonetzboden mit Komplexon ausgelaugt. (2) Aus Tschernozemboden mit Komplexon ausgelaugt. (3) Aus Solonetzboden mit Schwefelsäure ausgelaugt. (4) Aus Tschernozemboden mit Schwefelsäure ausgelaugt.

Abb. 4. Eisenverteilungskurven in verschiedenen Tiefen des Profils der einzelnen Bodentypen. *Waldböden von Sopron*: (1) Stark podzolischer brauner Waldboden. (2) Schwach podzolischer brauner Waldboden. (3) Brauner Waldboden. (4) Rendzinaboden. *Nyírség*: (5) Saurer Sandboden. *Steppenböden des Lössrückens von Debrecen*: (6) Mittelstark ausgelaugter Tschernozemboden. (7) Tschernozemboden mit einer mittelstarken Humusschicht. (8) Solonetziger Tschernozemboden. *Kisújszállás*: (9) Wiesenton. *Szarvas*: (10) Solonetzboden vom Wiesentyp. *Gebiet zwischen der Donau und der Tisza*: (11) Solontschakiger Solonetzboden. *Keszthely*: (12) Moorboden.

Tabelle 1 Einwirkung der Erhöhung der Schwefelsäurekonzentration bei Solonetz- und Wiesenböden. Während bei Solonetzböden die Erhöhung der Konzentration nur zu einem geringen Anstieg der ausgelaugten Eisenmenge führte, war dieser Anstieg bei Wiesenböden viel grösser.

Tabelle 2 Vergleichende Untersuchungen über Eisen- und Aluminiummengen, die mit 0,05n Schwefelsäure bzw. mit 0,1n Komplexon und n Kaliumchlorid ausgelaugt wurden.

Tabelle 3 Vergleichende Untersuchungen über die Eisen-auslaugende Wirkung von 0,05n Schwefelsäure bzw. von 0,1n Komplexon und n Kaliumchlorid aus Tonmineralien.

Data to the Investigation and Significance of the Content of Readily Soluble Iron and Aluminium in Hungarian Soil Types

L. GEREI

Department for Soil Science, University of Agricultural Sciences, Budapest (Hungary)

Summary

Iron and aluminium, elements of considerable importance in the processes of soil formation, often occur simultaneously. However, their role and dynamics greatly differ. Several authors are of the opinion that changes in the aerobic-anaerobic conditions are responsible for the dynamics of iron. Gorbunov [8] proposes the crystallisation of colloidal iron oxides as a method of studying the dynamics of iron, claiming that the biological factor plays a decisive role, which latter, in turn, depends on the variation of aerobic and anaerobic conditions. Several authors (as Chernov, [3, 4] Alyoshin [1]) presume a correlation between the role of aluminium and the acidity of soil. Accordingly, in case of aluminium the pH conditions of soil seem to affect the dynamics, whereas with iron the anaerobic-aerobic conditions play a decisive role.

Among the methods serving for the determination of the so-called labile iron (participating in the mentioned processes), extraction by 0,05 N sulphuric acid seemed to be most reliable. Extraction with komplexone proved to yield extremely high values (Table 2). Pure clay minerals deliver under the effect of komplexone quantities of iron 30—40-times higher than those delivered under the action of dilute mineral acids (Table 3). In contrast to experiences of other investigators, both the dilute mineral acid extraction and the komplexone extraction dissolve appreciable quantities of iron also from the calcareous horizons of chernozem, meadow and solonetz soils.

The quantity and the distribution of soluble iron in the horizons varies with the different soil types, being in a rather close correlation with the dynamics of soil formation. It is of interest to note that the quantity of readily soluble iron in the upper horizons exceeds considerably that in the lower ones in areas where processes leading to a degradation of the colloidal complex take place as in case of the solonetz of meadow type (Horizon 10, Fig. 4) and of the strongly podzolic brown forest soil (Horizon 1, Fig. 4). Obviously, the distribution of the quantity of readily soluble iron in the horizon indicates the processes of degradation. In absence of these processes (as e. g. in case of meadow clay), top horizons did not contain appreciable quantities of soluble iron (Horizon 9, Fig. 4). With aluminium, any attempts to detect regularities similar to those found with iron were unsuccessful. The proper knowledge of the dynamics of aluminium requires a more profound study of the pH conditions of soil.

Fig. 1 Correlation of the quantity of iron extracted and the concentration of hydrochloric or sulphuric acid 1 : Chernozem treated with sulphuric acid 2 : Solonetz treated with sulphuric acid 3 : Meadow clay treated with hydrochloric acid.

Fig. 2. Correlation of the concentration of komplexone and the quantity of extracted iron and aluminium, respectively. 1 : Iron extracted from solonetz. 2 : Iron extracted from chernozem. 3 : Aluminium extracted from solonetz. 4 : Aluminium extracted from chernozem.

Fig. 3 Effect of the increase of concentration of komplexone and sulphuric acid on the quantity of iron extracted from the same soil samples. 1 : Extracted from solonetz by komplexone. 2 : Extracted from chernozem by komplexone. 3 : Extracted from solonetz by sulphuric acid. 4 : Extracted from chernozem by sulphuric acid.

Fig. 4. Curves of the distribution of iron in the horizons of different soil types. Forest soils of Sopron : 1. Strongly podzolic brown forest soil. 2. Less podzolic brown forest soil. 3. Brown forest soil. 4. Rendzina soil. Nyírség : 5. Acid sand. Steppe soils of the loess bank at Debrecen : 6. Mediatly eluted chernozem. 7. Chernozem with a mediatly thick humus layer. 8. Solonetz chernozem. Kisujszállás : 9. Meadow clay. Szarvas : 10. Solonetz of meadow type. Territory between the Danube and the Tisza : 11. Solonchakized solonetz. Keszthely : 12. Fen soil.

Table 1. Effect of the increase of concentration of sulphuric acid in case of solonetz and meadow soils, respectively. With solonetz, the increase of concentration extracted only slightly raised quantities of iron. With meadow soil, in turn, the surplus iron extracted was much greater.

Table 2. Comparative investigations. Quantities of iron and aluminium extracted with 0,05 N sulphuric acid and with 0,1 N komplexone and 1,0 N potassium chloride, respectively.

Table 3. Comparative investigations. Quantities of iron extracted from clay minerals by 0,05 N sulphuric acid and by 0,1 N komplexone and 1,0 N potassium chloride, respectively.